

03599.000092



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: Not Yet Assigned
SHIGENORI ISHIHARA)	
	:	Group Art Unit: Not Yet Assigned
Application No.: 10/766,865)	
	:	
Filed: January 30, 2004)	
	:	
For: PROCESSING APPARATUS AND)	
METHOD	:	February 18, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT


Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is
a certified copy of the following foreign application:

JP 2003-362535, filed October 22, 2003.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant

Registration No. 48,512

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 408549v1

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日
Date of Application:

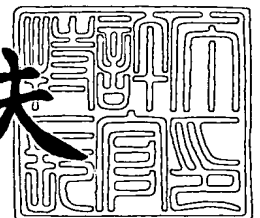
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 6 2 5 3 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 6 2 5 3 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 255848
【提出日】 平成15年10月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C23C 16/511
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 【氏名】 石原 繁紀
【特許出願人】
 【識別番号】 000001007
 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100110412
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤元 亮輔
 【電話番号】 03-3523-1227
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 062488
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0010562

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

少なくとも水素を含む処理ガスのプラズマによって、少なくとも一部がシリコン系材料で構成されている被処理体のダングリングボンドの終端を行う処理方法であって、
誘電体窓と載置台を有する処理室の前記載置台上に前記被処理体を載置して前記載置台の温度を所定の温度に制御するステップと、
前記処理室の圧力を所定の圧力に制御するステップと、
少なくとも水素ガスを含む処理ガスを前記処理室内に導入するステップと、
前記被処理体にプラズマ処理を施すためのマイクロ波を、前記処理ガスのプラズマのプラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 以上になるように前記処理室に前記誘電体窓を介して導入するステップとを有し、
前記誘電体窓と前記被処理体との距離は 20 mm 以上 200 mm 以下に維持されていることを特徴とする処理方法。

【請求項 2】

前記被処理体にバイアスをかけずに前記プラズマ処理を行うことを特徴とする請求項 1 記載の処理方法。

【請求項 3】

前記マイクロ波導入ステップは、前記プラズマ密度を達成するように前記マイクロ波を供給するマイクロ波の出力を予め調節することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の処理方法。

【請求項 4】

前記距離は 50 mm 以上 150 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 5】

前記所定の温度は 200℃ 以上 400℃ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 6】

前記所定の圧力は 13 Pa 以上 665 Pa 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 7】

前記圧力制御ステップは、
前記所定の圧力よりも高い圧力でプラズマを着火するステップと、
当該着火ステップ後に前記所定の圧力に移行するステップとを有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 8】

前記誘電体窓は、熱伝導率が $70 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 9】

少なくとも 1 本以上のスロットを有するアンテナを介して前記誘電体窓に前記マイクロ波を導入することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 10】

前記処理ガスは、少なくともプラズマ着火時に、希ガスを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうちいずれか一項記載の処理方法。

【請求項 11】

マイクロ波発生源に接続され、誘電体窓と載置台を有する処理室の前記載置台に、少なくとも一部がシリコン系材料で構成されている被処理体を載置して前記マイクロ波発生源から前記誘電体窓を介して供給されるマイクロ波によってプラズマ処理を施し、ダングリングボンドの終端を行う処理装置であって、
前記処理室に少なくとも水素ガスを含む処理ガスを導入する導入部と、
前記処理ガスのプラズマによるプラズマ放電状態を測定する測定部と、

前記測定部の結果とプラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 以上となるための基準値とを比較して、前記プラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} を下回ったと判断される場合に放電異常と見なし、警報を出す制御部とを有し、

前記誘電体窓と前記被処理体との距離は 20 mm 以上 200 mm 以下に維持されていることを特徴とする処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】処理方法及び装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、半導体装置の製造に関し、特に、ダングリングボンドの終端を目的とした水素プラズマ処理方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体装置において、シリコン系材料の薄膜界面や多結晶シリコンの結晶粒界あるいはプラズマダメージによって発生した欠陥に存在するダングリングボンドが、デバイス動作の際にはキャリアのトラップ準位や移動の障壁となることで性能に悪影響を及ぼすことは知られている。例えば、T F T（薄膜トランジスタ）においては、ポリシリコンの結晶粒界に存在するダングリングボンドにより O_n 電流の減衰・ $O_f f$ 電流の増大・ S 値の増大が起り、C C Dにおいてはシリコンと酸化膜の間に存在する欠陥により暗電流が増大することが知られている。

【0 0 0 3】

上記の問題点への対策として水素ラジカルによるダングリングボンドの終端処理が効果的であることが既に知られており、水素ガス雰囲気下でのアニール処理やR I E装置等を利用した水素プラズマ処理が最も一般的に行われている（例えば、特許文献1乃至3を参照のこと。）。

【特許文献1】特開平7-74167号公報

【特許文献2】特開平4-338194号公報

【特許文献3】特公平7-087250号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、水素ガス雰囲気下でのアニール処理ではダングリングボンド終端の速度が遅く、処理に膨大な時間を必要とするという問題点がある。その点でプラズマ処理法は終端の効率が高く、アニール処理よりも短時間で処理を完了できる。しかし、従来技術の水素プラズマ処理法は、特許文献2で提案されているように、高い処理効率を得るためにプラズマ生成域のごく近傍に基板を置き、バイアスを印可する処理装置が一般的であり、高いエネルギーの荷電粒子に基板を曝すため、トランジスタの V_{th} （スレッショールド電圧）のシフトや新たな界面準位の発生などプラズマダメージによるデバイスへの悪影響の懸念が大きい。

【0 0 0 5】

そこで、本発明は、プラズマダメージを最小限に抑えつつ、高い効率で終端処理を行える処理方法及び装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明の一側面としての処理方法は、少なくとも水素を含む処理ガスのプラズマによって、少なくとも一部がシリコン系材料で構成されている被処理体のダングリングボンドの終端を行う処理方法であって、誘電体窓と載置台を有する処理室の前記載置台上に前記被処理体を載置して前記載置台の温度を所定の温度に制御するステップと、前記処理室の圧力を所定の圧力に制御するステップと、少なくとも水素ガスを含む処理ガスを前記処理室内に導入するステップと、前記被処理体にプラズマ処理を施すためのマイクロ波を、前記処理ガスのプラズマのプラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 以上になるように前記処理室に前記誘電体窓を介して導入するステップとを有し、前記誘電体窓と前記被処理体との距離は20 mm以上200 mm以下に維持されていることを特徴とする。

【0 0 0 7】

前記被処理体にバイアスをかけずに前記プラズマ処理を行うことが好ましい。前記マイ

クロ波導入ステップは、前記プラズマ密度を達成するように前記マイクロ波を供給するマイクロ波の出力を予め調節されていてもよい。前記距離は50mm以上150mm以下であってもよい。前記所定の温度は200℃以上400℃以下であってもよい。前記所定の圧力は13Pa以上665Pa以下であってもよい。前記圧力制御ステップは、前記所定の圧力よりも高い圧力でプラズマを着火するステップと、当該着火ステップ後に前記所定の圧力に移行するステップとを有していてもよい。前記誘電体窓は、熱伝導率が70W/m・K以上であってもよい。前記方法は、少なくとも1本以上のスロットを有するアンテナを介して前記誘電体窓に前記マイクロ波を導入してもよい。前記処理ガスは、少なくともプラズマ着火時に、希ガスを含んでもよい。

【0008】

本発明の別の側面としての処理装置は、マイクロ波発生源に接続され、誘電体窓と載置台を有する処理室の前記載置台に、少なくとも一部がシリコン系材料で構成されている被処理体を載置して前記マイクロ波発生源から前記誘電体窓を介して供給されるマイクロ波によってプラズマ処理を施し、ダングリングボンドの終端を行う処理装置であって、前記処理室に少なくとも水素ガスを含む処理ガスを導入する導入部と、前記処理ガスのプラズマによるプラズマ放電状態を測定する測定部と、前記測定部の結果とプラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 以上となるための基準値とを比較して、前記プラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} を下回ったと判断される場合に放電異常と見なして警報を出す制御部とを有し、前記誘電体窓と前記被処理体との距離は20mm以上200mm以下に維持されていることを特徴とする処理装置。

【0009】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、プラズマダメージを最小限に抑えつつ、高い効率で終端処理を行える処理方法及び装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の一実施例としてのプラズマ装置100について添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、プラズマ処理装置100概略断面図である。プラズマ処理装置100は、マイクロ波発生源102、アイソレーター104と、導波管106、インピーダンス整合器108と、制御部110と、メモリ112と、真空容器120と、無終端サークル導波管122と、スロットアンテナ130と、誘電体窓140と、処理ガス導入管142と、排気管144と、圧力計146と、真空ポンプ148、載置台150と、温度計152と、温調部154と、検出部160とを有し、被処理体Wに対してプラズマ処理を施す。

【0012】

マイクロ波発生源102は、例えば、マグネトロンからなり、例えば、2.45GHzのマイクロ波を発生する。マイクロ波は、その後、図示しないモード変換器によりTM、TE又はTEMモードなどに変換されて導波管106を伝搬する。アイソレーター104は、導波管106などで反射されたマイクロ波がマイクロ波発生源102に戻ることを防止するため、そのような反射波を吸収する。インピーダンス整合器108は、マイクロ波発生源102から負荷に供給される進行波と負荷により反射されてマイクロ波発生源102に戻ろうとする反射波のそれぞれの強度と位相を検知するパワーメータを有し、マイクロ波発生源102と負荷側とのマッチングをとる機能を果たすものであって、EHチューナやスタブチューナ等から構成される。

【0013】

制御部110は、プラズマ処理装置100の各部の動作を制御し、特に、メモリ112に格納されたデータに基づいて、プラズマ密度を所定の値に維持するためのマイクロ波発

生源120の出力制御、インピーダンス整合器108のインピーダンス制御、真空容器120の圧力制御、載置台150の温度制御など各種の制御を行う。

【0014】

メモリ112は、各種制御に必要なデータを格納する。具体的には、メモリ112は、 10^{11} cm^{-3} 以上の所望のプラズマ密度を得るためにレシピで指定される所定のマイクロ波出力値及び前記プラズマ密度を一定に維持するために必要な許容誤差範囲を格納する。また、メモリ112は、インピーダンス制御のために、プラズマ着火に必要な（スタブが何ミリの位置にあるか又はどこに動かすかを示す）チューナー位置領域、及び、プラズマ処理中にマイクロ波の反射波が極小となるインピーダンス整合器108のチューナー位置領域の関係を格納する。更に、メモリ112は、圧力制御のために、13Pa以上665Pa以下の所望の圧力又は圧力範囲を格納する。また、メモリ112は、温度制御のために200℃以上400℃以下の所望の温度又は温度範囲を格納する。基本的には、メモリにはレシピとして指定された値を格納する。

【0015】

真空容器120は、被処理物Wを収納して真空又は減圧環境下で被処理物Wにプラズマ処理を施す処理室である。なお、図1においては、被処理物Wを図示しないロードロック室との間で受け渡すためのゲートバルブなどは省略されている。

無終端サークル（又は環状）導波管122は、導波管106から供給されるマイクロ波に対して干渉波を形成する。無終端環状導波管122には図示しない冷却水路が設けられている。

【0016】

スロットアンテナ130は誘電体窓140表面の真空側に表面干渉波を形成する。図4（a）乃至図4（e）に例示的に示すスロットアンテナ130A乃至130Eのいずれもスロットアンテナ130に適用することができる。スロットアンテナ130Aは、6本の半径方向のスロット132Aを有する金属製の円板である。スロットアンテナ130Bは、4本の円周方向に沿った2種類のスロット132B₁及び132B₂を有する金属製の円板である。スロットアンテナ130Cは、略T字形状の同心円状又は螺旋状に配置された多数のスロット132Cを有する金属製の円板である。スロットアンテナ130Dは、Vの字形状の一对のスロット132Dを4対有する金属製の円板である。もちろん、スロットアンテナ130は、アンテナの形状をラジアルラインスロットアンテナ（RLSA）に限定するものではなく、その他の形式のアンテナ、例えば、図4（e）に示すようなスロット132Eを有する方形導波管130Eも使用することができる。

【0017】

なお、ウェハ面内において、ばらつきのない均一な処理を全面に渡って行うためには、ウェハ上において面内均一性の良好な活性種が供給されることが重要である。スロットアンテナ130A乃至130Eは少なくとも一本以上のスロット132A乃至132Eを配置することで、大面積に渡ってプラズマを生成させることが可能となり、プラズマ強度・均一性の制御も容易になる。なお、本明細書では参照符号に大文字のアルファベットを付したものは変形例を表し、アルファベットのない参照符号で総括されるものとする。

【0018】

誘電体窓140は、真空容器120を真空封止すると共にマイクロ波を真空容器120に透過及び導入する。誘電体窓140と被処理体Wとの距離WDは、後述するように、20mm以上200mm以下、好ましくは、50mm以上150mm以下に維持されている。

【0019】

誘電体窓140は、プラズマ生成領域に直接曝されるため、熱伝導率が低い材料を用いた場合、誘電体窓の過昇温により間接的に被処理体Wの過剰な温度上昇を招く恐れがある。図3は、水素プラズマ照射時の誘電体窓温度の昇温を、プラズマ照射後にチャンバを開放して計測したデータである。チャンバを開放して計測しているため、照射中の温度はさらに高温になっていると思われるが、誘電体窓140の材料として、熱伝導率が70W/

m・K以上の、例えば、窒化アルミなどを用いることでプラズマ照射中も該誘電体温度を300℃以下に抑えることができ、被処理体Wの過熱による処理効率の低下を回避することができる。

【0020】

処理ガス導入管142はガス供給手段の一部であり、真空容器120に接続されている。ガス供給手段は、ガス供給源と、バルブと、マスフローコントローラと、これらを接続するガス導入管142を含み、マイクロ波により励起されて所定のプラズマを得るための処理ガスや放電ガスを供給する。本実施例では、処理ガスは少なくとも水素を含み、プラズマの迅速な着火のために少なくとも着火時にXeやAr、Heなどの希ガスを添加してもよい。希ガスは反応性がないので被処理体Wに悪影響せず、また、電離しやすいのでマイクロ波投入時のプラズマ着火速度を上昇することができる。

【0021】

ここで、水素活性種はプラズマ発生領域から輸送される過程で分子同士の衝突により失活するため、被処理体Wに到達する水素活性種の密度は後述する載置台150と誘電体窓140の距離にWDに大きく依存する。図2は、水素プラズマをレジストに用いられる有機材料に対して照射した場合の還元による膜減り速度とWDとの関係を示したものである。ここで示されるように、WDが小さい程、高い密度の水素活性種が被処理基板に到達する。

【0022】

しかし、WDが20mmより近くなると、被処理体Wがプラズマ生成域Pに接近することによって過剰に高エネルギーの水素活性種によるダメージが大きくなるため好ましくない。従って、有効な終端処理効果が得られるWDは20mm以上200mm以下、更に、高い処理効率と低ダメージを両立する条件としては50mm以上150mm以下が好ましい。

【0023】

排気管144は、典型的に真空容器120の底部に接続され、排気管144には真空ポンプ148が接続されている。排気管144と、圧力調整弁145、圧力計146、真空ポンプ148及び制御部110は圧力調節機構を構成する。即ち、制御部110は、真空ポンプ148を運転しながら、真空容器120の圧力を検出する圧力計146が所定の値になるように、真空容器120の圧力を弁の開き具合で調整する圧力調整弁145（例えば、VAT製の圧力調整機能付きゲートバルブやMKS製排気スロットバルブ）を制御することによって調節することができる。この結果、排気管144を介して、真空容器120の内部圧力を13Pa以上665Pa以下の所望の圧力に制御する。真空ポンプ148は、例えば、ターボ分子ポンプ（TMP）により構成され、図示しないコンダクタンスバルブなどの圧力調整バルブを介して真空容器120に接続されている。

載置台150は、真空容器120に収納され、被処理体Wを支持してヒーターなどの温調部154によって200℃以上400℃以下の所望の温度に制御される。載置台150の温度は温度計152によって測定され、温調部154の動作は制御部110によって制御される。制御部110は、温度計152が測定した温度が所定の温度になるように、例えば、温調部154としてのヒーター線への図示しない電源からの通電を制御する。なお、載置台150の温度を測定する代わりに被処理体Wの温度を間接的に（例えば、被処理基板2の温度を輻射熱を利用して測定するなど）測定したりしてもよい。

【0024】

検出部160は、プラズマの放電状態をプラズマ発光強度測定手段、Q-MAS、ラングミュアプローブなどのプラズマの放電状態を測定する手段であり、プラズマ密度が正常な範囲にあるかどうかの監視を行う。

プラズマ発光強度は、光学フィルタやプリズムなどの波長選択手段と、光電変換素子とにより構成され、例えば、励起された水素原子の発光（486nm、656nmなど）強度を計測する。ラングミュアプローブなどのプラズマ計測プローブは、プラズマ中のイオンや電子による電流を計測する。Q-MASは検出器内にプラズマ中の励起されたガスを取

り込み、質量分析器により水素活性種の強度測定を行う。

【0025】

以下、処理装置100の動作について説明する。次いで、ガス供給手段の図示しないバルブが開口され、マスフローコントローラを介して少なくとも水素ガスを含む処理ガスが処理ガス導入管142から真空容器120に導入される。また、図示しない冷却水路に冷却水を流し、無終端環状導波管122を冷却する。制御部110は、出力制御においては、検出部160が検出したプラズマ放電状態の測定値がメモリ112に格納されている所定の範囲になっているかどうかを判断する。この値を基準値と比較して所定範囲から外れた場合には異常放電によりプラズマ密度が低下したとみなして警報を出したり、マイクロ波の出力を処理中のプラズマ密度が所定範囲になるようにレシピにて指定された所定値に維持監視を行う。プラズマ密度が一定の値よりも高い(2.45GHzのマイクロ波の場合、 $7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$)とマイクロ波のカットオフと呼ばれる現象(図6)により、マイクロ波は図1の下方向に伝播せずに誘電体窓140の表面方向へのみ伝播し、いわゆる表面波を形成する。電界が誘電体表面にしか存在しない(図7)ため、プラズマ生成域Pは誘電体近傍に限定される。

【0026】

この結果、マイクロ波発生源102よりマイクロ波を、無終端環状導波管122、誘電体140を介して真空容器120に供給し、真空容器120内でプラズマを発生させる。無終端環状導波管8内に導入されたマイクロ波は、左右に二分配され、自由空間よりも長い管内波長をもって伝搬し、スロット132から誘電体窓140を介して真空容器120に導入され、誘電体窓140表面を表面波として伝搬する。この表面波は、隣接するスロット132間で干渉し、電界を形成する。この電界によりプラズマを生成する。プラズマ生成域Pの電子密度が高いので水素を効率良く解離できる。また、電子温度は、プラズマ生成域Pから離れると急速に低下するためデバイスへのダメージも抑制できる。プラズマ中の水素活性種は、被処理体W近辺に拡散等で輸送され、被処理体W表面に到達する。

【0027】

また、制御部110は、インピーダンス制御においては、インピーダンス整合器108の負荷側から入力されるマイクロ波の反射波の強度と位相を検出して、この反射波が極小となるようにインピーダンス整合器108を制御する。プラズマ発生後に当該反射波が極小となる整合状態がインピーダンス整合器108のマッチング位置となる。

【0028】

更に、制御部110は、圧力制御においては、圧力計146が検出した真空容器120の圧力が略予め定められた値に維持されるよう、フィードバック制御等により圧力調整弁145を調節する。ここで前記所定の圧力値は、13Pa以上665Pa以下であることが望ましい。水素ガスは、電離断面積が酸素や窒素などに比べて小さく、プラズマ着火性が悪いいため、13Pa以下の過剰な低圧条件にすると処理の不安定要因となる恐れがある。また、生成した水素活性種の平均自由行程も長くなるため、必要以上に高エネルギーの活性種が被処理体Wに到達する可能性があり、被処理体Wにバイアスを印可して荷電粒子を引き込んだ場合やプラズマ生成域Pに直接被処理体Wを曝した場合に比べると低いレベルではあるがデバイスにダメージを及ぼす可能性がある。逆に、665Pa以上の過剰な高圧条件にすると、被処理体W表面に到達するまでに水素活性種が失活してしまう可能性があるからである。

【0029】

なお、水素ガスは、酸素などに比べて電離断面積が小さく着火性が悪いいため、マイクロ波の投入からプラズマの着火までタイムラグが発生することがある。この場合、図5に示すように、処理圧力よりも高い圧力(但し、13~665Paの範囲内)でプラズマ着火を行うことにより、プラズマ着火を安定させ、プロセス再現性を確保することができる。あるいは、プラズマ着火性が比較的良好な希ガスの添加も、プロセス再現性の改善に有効である。

【0030】

また、制御部 110 は、温度制御においては、温度計 152 が検出した載置台 150 の温度が略予め定められた値に維持されるように温調部 154 を調節する。ここで前記所定の圧力値は、200℃以上400℃以下であることが望ましい。処理温度がこれよりも低くなると被処理体Wの表面に到達した水素活性種のデバイス部分への拡散が抑制され、逆に、これよりも処理温度が高すぎると、例えば、特許文献3で指摘されているように、水素終端処理された被処理体Wからの水素の脱離が起こり、処理効率の低下を招くからである。

【0031】

次に、制御部 110 は、マイクロ波発生源 102 から所定の出力のマイクロ波を真空容器 120 に導入する。この結果、誘電体窓 140 には電界が形成され、誘電体窓 140 上に形成される電界と、処理ガス導入管 142 より導入された少なくとも水素ガスを含む処理ガスとにより 10^{11} cm^{-3} 以上の高密度プラズマが誘電体窓 140 の近傍領域でのみ発生する。載置台 150 上で所定の温度に加熱された被処理体Wは、このプラズマ生成域Pからガス流れによりステージへ輸送された水素活性種により終端処理され、ダングリングボンドが修復される。本実施例では、プラズマ密度が極めて高いため、被処理体Wにバイアスを印可して荷電粒子を被処理体Wに引き込まなくても、十分な処理効率を得ることができる。

【0032】

また、プラズマ生成域Pが誘電体窓 140 の近傍のみに限定され、距離WDが20mm以上であり、被処理体Wはプラズマ生成域Pより十分に距離を置いた位置で処理されるため、従来技術に比べてデバイスに与えるプラズマダメージを与える危険が遙かに少ない。この結果、プラズマ処理に伴う終端処理の効果を相殺するような新たな欠陥の発生やWthのシフトを抑制することができ、プラズマ処理装置 100 は高品位なプラズマ終端処理を被処理物Wに施すことができる。

【0033】

また、インピーダンス整合器 108 がマイクロ波から短時間でプラズマを作成し、その後は、マッチング位置を維持するように、制御部 110 はインピーダンス整合部 108 の動作を制御する。この結果、マイクロ波は効率よく処理チャンバへ導入され、プラズマ処理装置 100 は高密度のプラズマ処理を維持することができる。プラズマ処理は、予め設定された所定時間だけ行われる。

【実施例1】

処理装置 100 を使用し、かつ前述した処理方法を用いて石英基板上に形成されたpoly-SiTFTの水素終端処理を行った。誘電体窓 140 と載置台 150 との距離WDは100mmとし、処理条件としては、基板温度を275℃、ガスは水素100%、ガス圧は66.5Pa、マイクロ波出力は3kWとした。その結果、従来のRIE装置を用いた30分の処理と同程度の処理結果（例えばS値の低減効果）をわずか10分の処理で得ることができ、デバイスへのダメージも問題とならない程度の低いレベルに抑制することができた。

【0034】

以上述べたように処理装置 100 によれば、被処理体Wをプラズマ生成域Pの近傍に曝すことなく誘電体窓 140 のごく近傍に発生する高密度のプラズマからの拡散により処理を行い、なおかつ被処理体Wにバイアスを印可して荷電粒子を引き込むこともないため、効率の良い水素終端処理を低ダメージにて行うことができる。また、装置自体もシンプルになるという効果も重ねて得られる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】 本発明の一実施形態を示す処理装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示す誘電体窓から被処理体までの距離と水素プラズマによるレジストの膜減り速度との関係を示すグラフである。

【図3】 プラズマ照射による図1に示す誘電体窓の温度上昇と誘電体窓の熱伝導率と

の関係を示すグラフである。

【図 4】図 4 (a) 乃至 (e) は、図 1 に示すスロットアンテナに適用可能な各種の形状を示す平面図である。

【図 5】水素プラズマの着火性と水素ガス圧力との関係を示すグラフである。

【図 6】高密度プラズマによるマイクロ波のカットオフ現象を説明するための図であり、図 6 (a) はカットオフが発生しない低密度プラズマの図であり、図 6 (b) はカットオフが発生する高密度プラズマの図である。

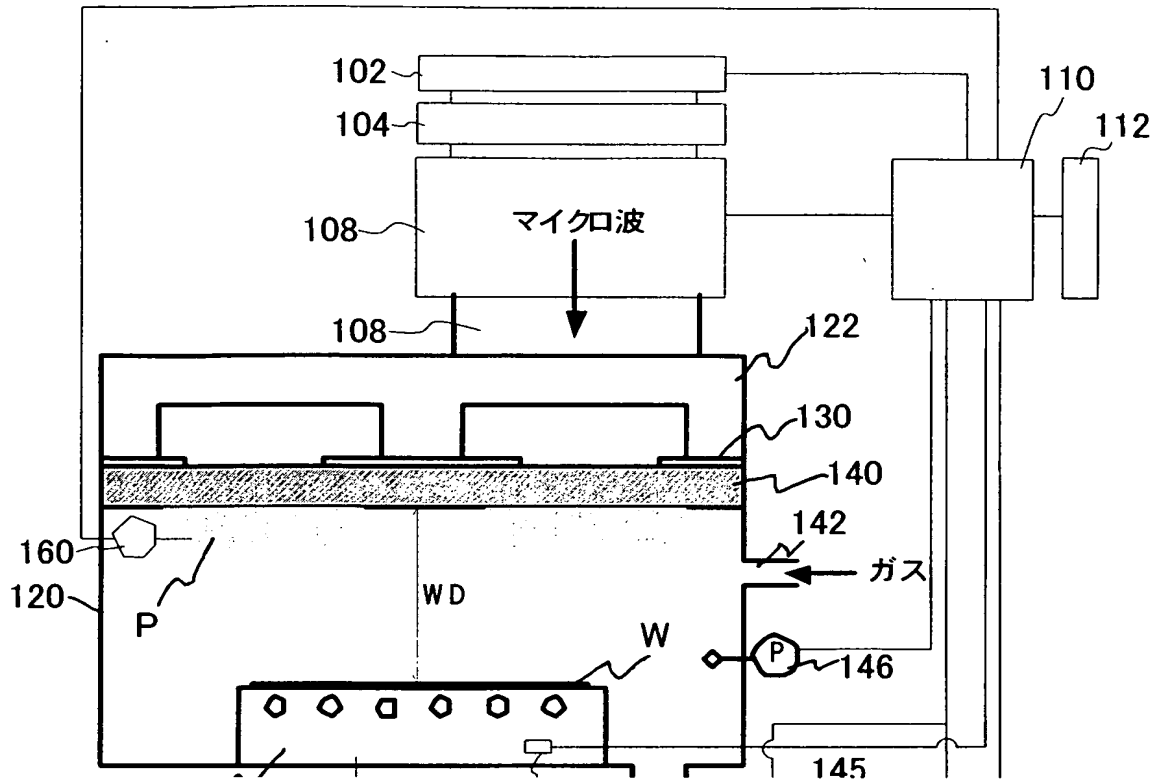
【図 7】誘電体からの距離とマイクロ波電界強度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

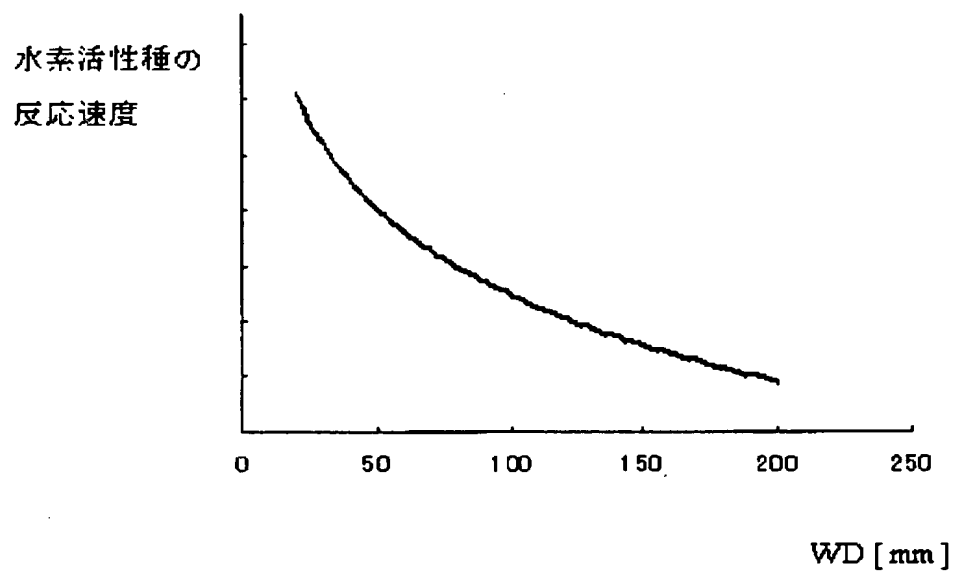
【 0 0 3 6 】

1 0 0	処理装置
1 0 2	マイクロ波発生源
1 1 0	制御部
1 2 0	真空容器
1 3 0	スロットアンテナ
1 4 0	誘電体窓
1 4 2	処理ガス導入管
1 4 6	圧力計
1 4 8	真空ポンプ
1 5 0	載置台
1 5 2	温度計
1 5 4	温調部
1 6 0	検出部

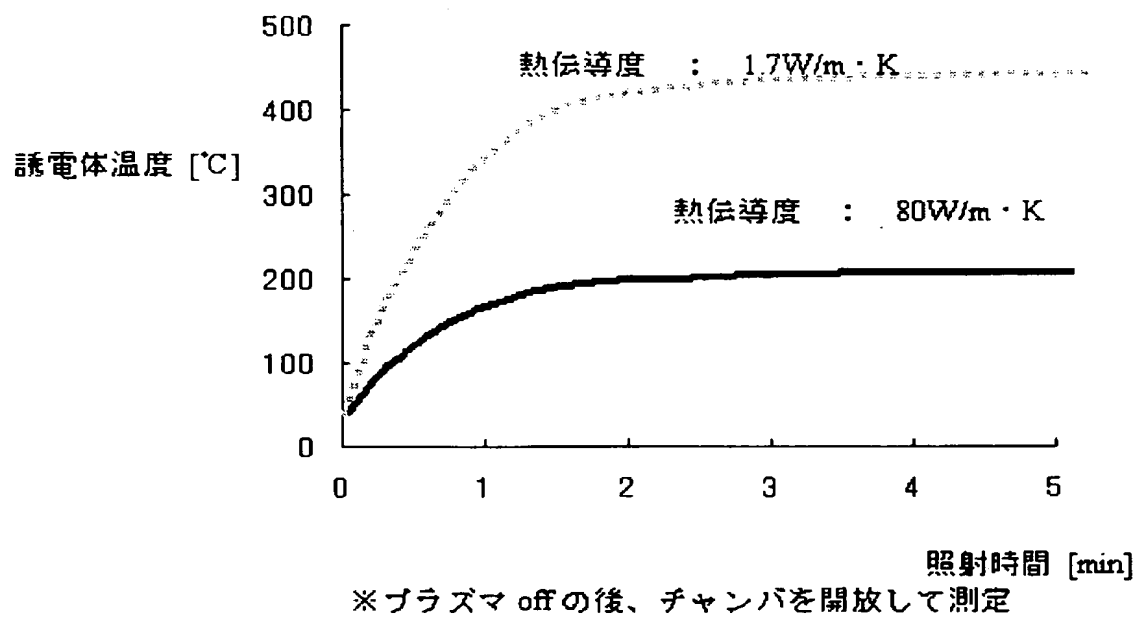
【書類名】 図面
【図 1】



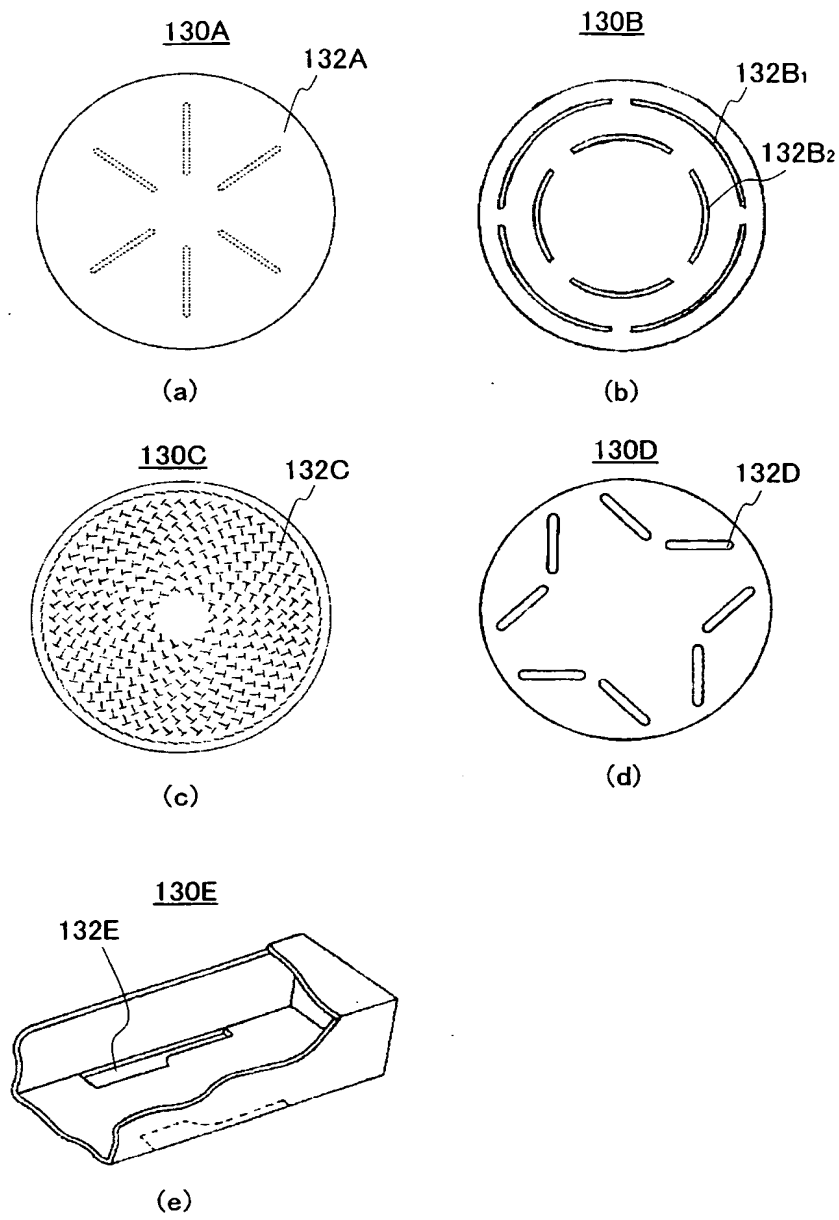
【図 2】



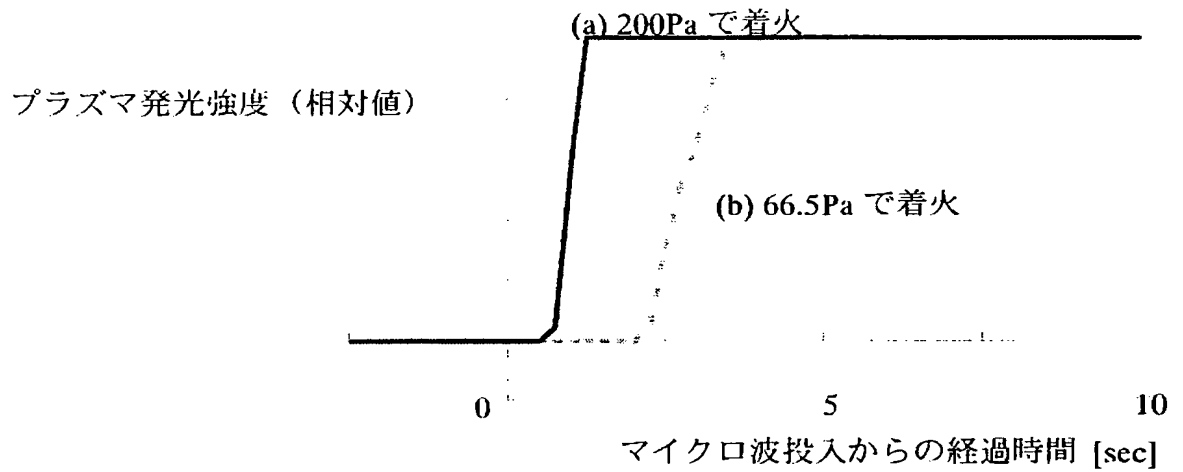
【図 3】



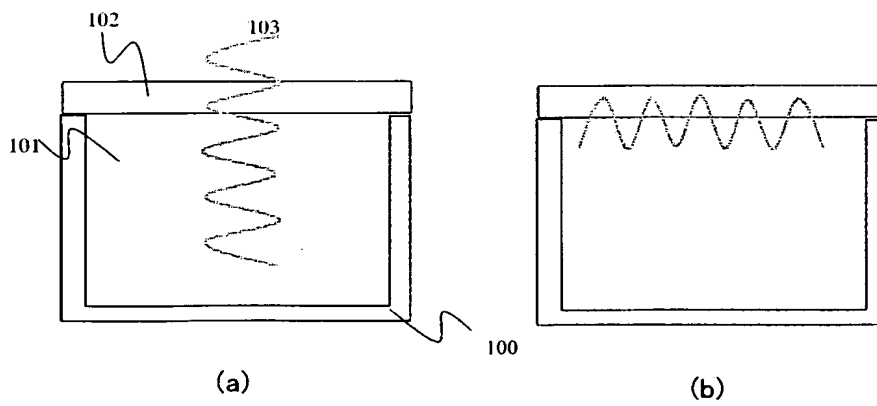
【図 4】



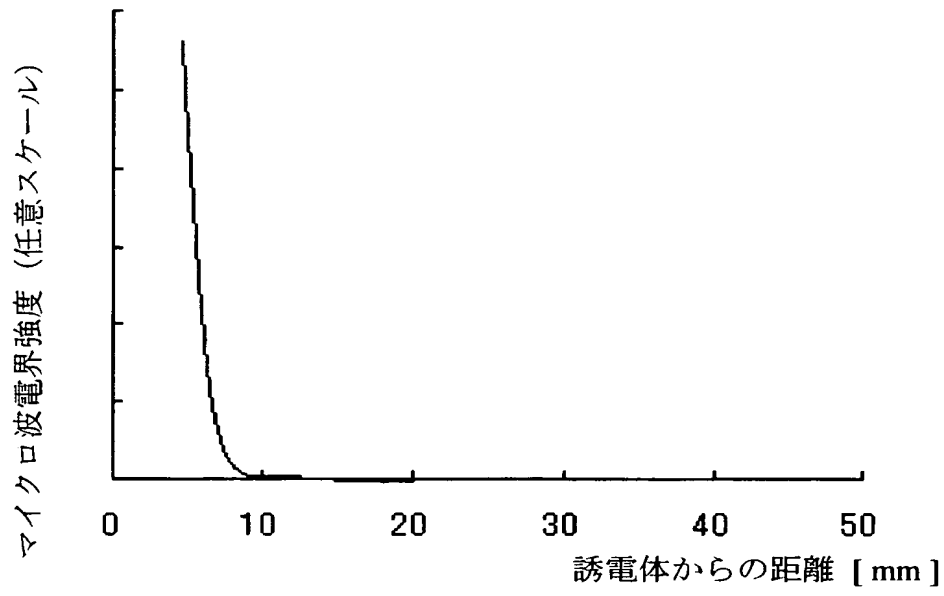
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマダメージを最小限に抑えつつ、高い効率で終端処理を行える処理方法及び装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも水素を含む処理ガスのプラズマによって、少なくとも一部がシリコン系材料で構成されている被処理体のダングリングボンドの終端を行う処理方法であって、誘電体窓と載置台を有する処理室の前記載置台上に前記被処理体を載置して前記載置台の温度を所定の温度に制御するステップと、前記処理室の圧力を所定の圧力に制御するステップと、少なくとも水素ガスを含む処理ガスを前記処理室内に導入するステップと、前記被処理体にプラズマ処理を施すためのマイクロ波を、前記処理ガスのプラズマのプラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 以上になるように前記処理室に前記誘電体窓を介して導入するステップとを有し、前記誘電体窓と前記被処理体との距離は 20 mm 以上 200 mm 以下に維持されていることを特徴とする処理方法を提供する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 6 2 5 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社